

## Projektiranje elemenata e-odjeće na platformi Arduino

**Ljubica Radišić**, mag. ing. tex. tech  
Izv.prof.dr.sc. **Snježana Firšt Rogale**  
Prof.dr.sc. **Dubravko Rogale**  
Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet  
Zagreb, Hrvatska  
e-mail: [sfrogale.hr](mailto:sfrogale.hr)  
Prispjelo 22.1.2017.

UDK 687.02:621.3.032  
Stručni rad

*U 21. stoljeću život bez tehnologije skoro je nezamisliv, gotovo jednako kao i život bez odjeće. Vodeći se činjenicom da je većina čovječanstva primorana u svakodnevnom životu koristiti različite elektroničke uređaje, bilo je samo pitanje vremena kada će se početi ugrađivati u odjeću, kako bi funkcionirale kao cjelina. U svijetu mode pokušava se premostiti jaz između svijeta novih tehnologija, mode i potrošača. U ovom radu ukazat će se na jednom primjeru spajanje mode i tehnologije, usredotočen na vlastito izražavanje, ostvaren na platformi Arduino koristeći mikrokontrolerski sklop LilyPad.*

**Ključne riječi:** e-odjeća, projektiranje, odjeća, Arduino, LilyPad, svjetleće diode

### 1. Uvod

Iako je odjeća kroz povijest imala magičnu (ruho pri obavljanju religijskih obreda) i estetsku (ukrašavanje tijela) komponentu, njezina glavna namjena bila je zaštita tijela od klimatskih utjecaja te zaštita od mehaničkih ozljeda i udaraca. Odjeća je također služila za izražavanje statusa i uloga u društvu (svećenici, vladari, puk), ali i kao oblik komunikacije te izražavanje osobnih moralnih, religioznih ili socioloških stavova.

Minijaturizacijom elektroničkih komponenti, sklopova i računala potaknut je razvoj nove vrste odjeće u koju su uspješno integrirani elektronički i električni uređaji te elektroničke komponente. Takva vrsta odjeće nazvana je e-odjeća (engl. e-clothing). Svojim sadržajem, koji uključuje baterije, senzore, tipkovnice, jednostavnije elektroničke komponente te ožičenja koja dovode elek-

tričnu energiju do naprava ugrađenih u odjeću, pretvara klasičnu odjeću u visokotehnološki proizvod. Time e-odjeća, mijenjanjem vrste ugrađenih senzora, LE dioda i sl, a u skladu s potrebama nositelja odjevnog predmeta može izraziti emocije nositelja takve odjeće, detektirati promjene na tijelu nositelja, omogućiti uočljivost nositelja u uvjetima slabog osvjetljenja ili samo pobuditi znatiželjne poglede drugih osoba. U e-odjeću su integrirani elektronički uređaji koje nositelj odjevnog predmeta najčešće nosi sa sobom, poput mobitela i MP3 reproduktora zvuka, zbog čega je ovakvu vrstu odjeće najbrže prihvatio mladi naraštaj [1].

E-odjeća također može sadržavati svjetleće diode i/ili optička vlakna napravljena od stakla ili plastike, koja prenose svjetlosne signale [2]. Stoga e-odjeća ima estetsku komponentu u obliku svjetlosnih efekata, može iska-

zivati emocije nositelja, te u praktičnom smislu pomagati boljoj uočljivosti osoba koje se nalaze u uvjetima slabije vidljivosti.

### 2. Sinergija mode i tehnologije kroz e-odjeću

1970-ih godine donijele su veliku novost u svijetu jer je razvoj tehnologije omogućio korisnicima da "nose" glazbu. Inovacijom i stvaranjem Walkmana, korisnici su mogli sami birati koju glazbu će "nositi" sa sobom birajući kazete svojih omiljenih izvođača. Tijekom godina, prijenosna tehnologija postaje još manja, izumom iPod-a, što dovodi do činjenice da tehnologija raste i razvija se popularnošću, te dobiva modni izričaj.

Logičan slijed je sinergija tehnologije i mode te su modni dizajneri uvidjeli mogućnost korištenja tehnologi-



Sl.1 Prototip tenisice s punjačem za mobitel [3]



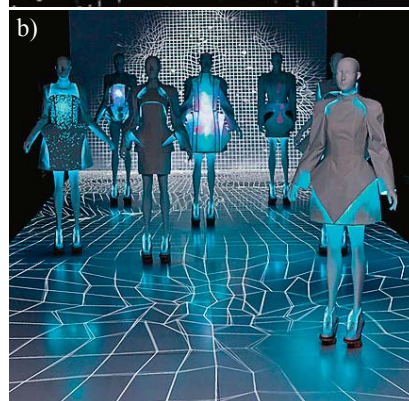
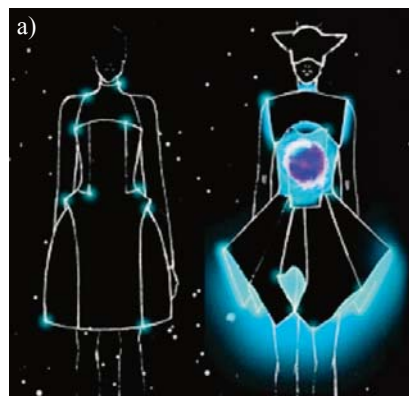
Sl.3 Elena Corchero s modelom haljine u kojoj su ugrađene fotonaponske ćelije [6]



Sl.2 Modeli s tzv. Google glass na modnoj reviji D. Von Furstenberg [4]



Sl.4 Wendy u jakni sa svjetlećim diodama [7]



Sl.5 Kolekcije „Into the deep“ V. Z. Wang: a) ideja i b) realizacija [8, 9]

je u svojim modnim stvaranjima. Uporaba tehnologije dovodi modu na višu razinu inovacija i funkcionalnosti. Eksperimentiranjem, dizajneri dolaze do zaključka da što dublje „ulaze“ u tehnologiju, ona ih više nagrađuje beskrajnim mogućnostima. Dizajneri su ponajprije reciklirali materijale za izradu jakni i majica, kao što su npr. zračnice za bicikle, i tako stvarali nevjerojatnu modu. Moda i tehnologija koristile su se za stvaranje zajedničke energije. Budući da se mehanička energija pokreta može pretvoriti u električnu energiju, e-odjeća kinetičku energiju može koristiti za napajanje ugrađenih uređaja poput MP3 playera, satova i sl. Pri tome se mogu koristiti termoelektričke, nanotriboelektričke, elektrostatičke i elektromagnetske pojave te piezoelektrič-

ki efekt, **Martin Soleldad** je iskoristio takvu mogućnost te je usavršio prototip cipela koje bi u pokretu, prilikom hodanja ili trčanja mogle napuniti mobitel, sl.1 [3].

Naočale, tzv. Google glass nisu imale veliku popularnost kod korisnika jer naočale nerijetko asociiraju na „geekove“, sve dok ih popularna dizajnerica **Diana Von Furstenberg** nije počela primjenjivati na svojim revijama, sl.2 [4]. Modne revije imale su tendenciju da pobude u ljudima zanimanje za novi stil i trend, te otvore vidike za potpuno drugačiji pristup, odnosno pogled na neku sasvim običnu stvar. Tako je prihvaćena nova tehnologija, u ovom slučaju *Google glasses*.

Tijekom godina vidljive su mnoge promjene u modnoj industriji izazvane tehnološkim razvojem. Tijekom vremena tehnologija postaje moderna, a moda postaje tehnološki unaprijeđena. Inspirirana tom činjenicom, poznata dizajnerica **Elena Corchero** koristi fotonaponske ćelije koje pri-



Sl.6 Haljina s optičkim vlaknima [11]

kupljaju i pohranjuju Sunčevu energiju [5]. Fotonaponske ćelije postaju sastavni dio odjeće i modnih dodataka te oblikuju nježne estetske *kvalitete* koje podsjećaju na primjenu veza kroz povijest, samo što su sada osuštavljene tehnologijom. To je kombinacija ručno izrađenog veza i aplikacije s tehnologijom solarnih ćelija i svjetlećih dioda. E. Corchero u svojoj viziji odjeće budućnosti, tehnologiju vidi i u službi načela humanosti.



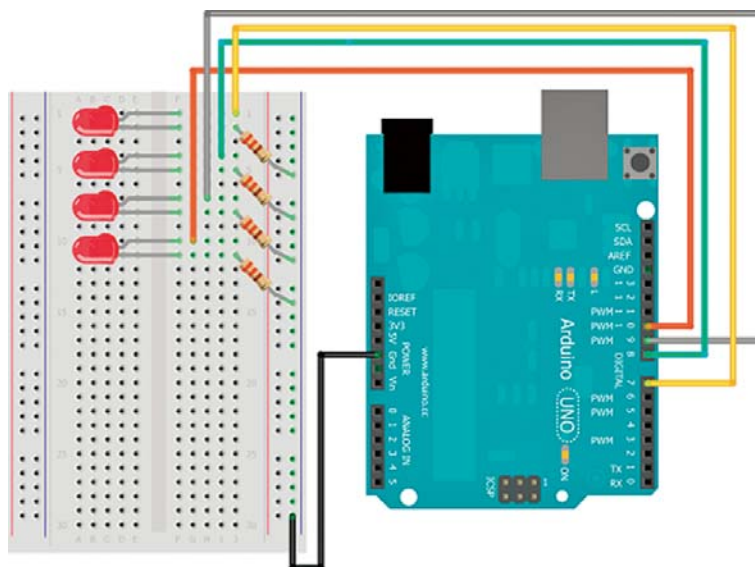


Sl.7 Svjetleće diode korištene kao estetska komponenta u dizajnu [14]

Kroz odjeću promišlja o pitanjima zaštite okoliša, stoga koristi solarne ćelije za prikupljanje Sunčeve energije koju pretvara u energiju potrebnu za napajanje LE dioda, sl.3 [6].

Nizozemska dizajnerica s umjetničkim imenom **Wendy**, u svojim jaknama koristi svjetleće diode, a značajke dizajna su nabori koji se otvaraju i zatvaraju tijekom pokreta. Unutar tih nabora nalaze se svjetleće diode koje svijetle u pokretu osvjetljavajući tako nabore i okolinu. Svjetleće diode tako postaju suptilna, šarena igra, sl.4 [7].

Najzanimljiviji pristup koji ujedinjuje modu i tehnologiju ima kineska dizajnerica **Vega Zaishi Vang**, sl.5 [8, 9]. Ona je oduvijek maštala o dizajniranju kolekcije inspirirane svemirom, sa što vjernijim prikazom sjaja galaksije. U tome joj je uvelike pomogla mogućnost spajanja tehnologije s odjećom. Ovim sjedinjenjem njeno mašatanje postaje stvarnost. Budući da su joj oba roditelja inženjeri elektrotehnike, željela im se približiti svojom strukom, pokazavši da i dizajn može imati svoju vrijednost na razini tehnologije. Oduševljeni idejom pomogli su joj u ostvarenju njene kolekcije pod nazivom: „Into



Sl.8 Spajanja svjetlećih dioda na eksperimentalnoj pločici koristeći Arduino platformu [17]

the deep“, kojom oduzima dah svakom posjetiocu njene digitalne galerija. Ta kolekcija joj je donijela i nadimak najsajnije zvijezde kineske modne scene.

Optička vlakna imaju dobru savitljivost, prstalost, odnosno sljedivost oblika i kontura odjeće te sigurnost tijekom nošenja i održavanja odjevnog predmeta.

Met Gala bal se održava jednom godišnje kao humanitarni bal Instituta kostima Metropolitana pri Metropolitan muzeju umjetnosti u New Yorku. 2016. godine tema Met Gala bala, koji se održao pod pokroviteljstvom Applea, bila je Manus Machina: Fashion in an Age of Technology, sa svrhom da se prikaže spoj tehnologije i mode. Zac Posen je kreirao haljinu za slavu američku glumicu Claire Danes [10].

Haljina je sašivena od posebnog ručno otkanog organdija s optičkim vlaknima koja svijetle zahvaljujući 30 mini baterija ušivenih ispod haljine [11, 12].

### 3. Svjetleće diode i programi za programiranje nosive odjeće

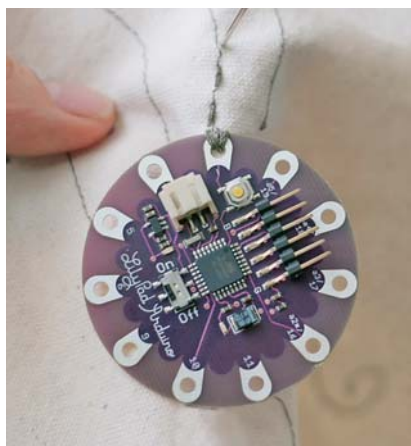
Odjeća u sinergiji mode i tehnologije uz pomoć svjetlećih dioda postaje vrlo spektakularna i jedinstvena. Re-



Sl.9 Kreacija Josipe Štefanec prikazana na međunarodnoj izložbi ‘Textil{e}tronics 2012 [19]

zultat je kvalitetna i ekskluzivna odjeća. Svjetleće diode i optička vlakna mogu se ugraditi unutar odjeće te na taj način svaki konvencionalni odjevni predmet može poprimiti dodatnu vrijednost kao odjeća koja je vidljiva u uvjetima smanjene vidljivosti ili povećanjem vrijednosti estetske komponente.

Svjetleća dioda ili LE dioda (engl. Light Emitting Diode) je poluvodički element koji pretvara električni signal u optički (svjetlost). Propusno polarizirana svjetleća dioda emitira



Sl.10 LilyPad mikrokontrolerski sklop [20]



Sl.11 Držac za baterije CR2032 [20]

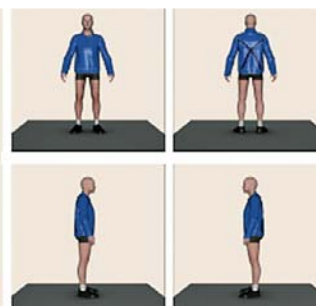
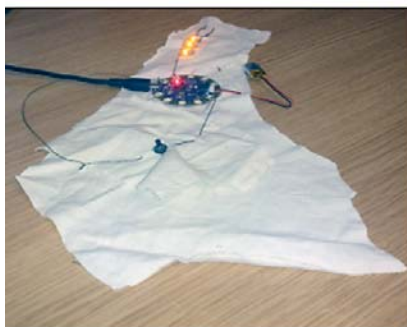


Sl.12 Elektrovodljivi konac [20]

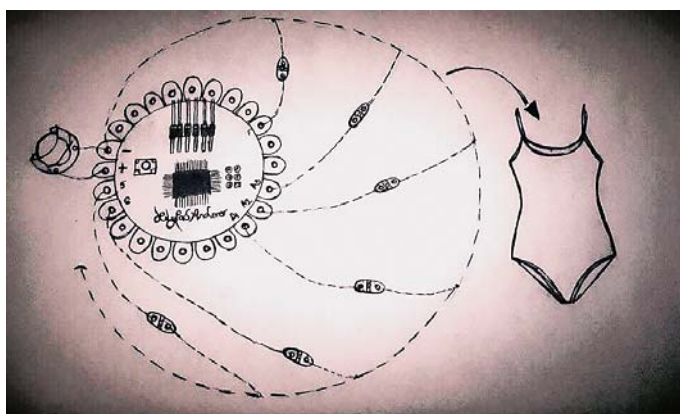


Sl.13 LE diode [20]

elektromagnetsko zračenje na način spontane emisije uzrokovane rekombinacijom nosilaca električnoga naboja (elektroluminiscencija) [13]. LE



Sl.14 Radionica inteligentne odjeće u sklopu CEEPUS Winter School DESIGN WEEK 2014. [22]



Sl.15 Idejno polazište projektiranja e-odjeće na platformi Arduino

diode su u današnje vrijeme primjenjive na odjeći, a imaju mogućnost fleksibilnosti oblika, raznolikosti boja te mogućnosti programiranja. Ako služe kao ukras, imaju malu snagu od 50 mW. Smještaju se na različitim pozicijama kako bi osigu-

rale željenu namjenu u dizajnu odjeće ili drugih predmeta.

Programiranjem svjetlećih dioda mogu se prikazati uzastopni uzorci svijetljenja, različitog intenziteta svijetla, te postići reakcija na određene emocije nositelja, okoline i sl. Svjetle-





Sl.16 Ušivanje LilyPad komponenti  
na odjevni predmet

će diode ugradnjom u odjeću pružaju jaku vidljivost, jače svjetlo i raznolikost boja. Osim funkcionalne svrhe, danas je česta njihova primjena za postizanje estetskog efekta, dizajna odjeće u smislu estetike, sl.7 [14].

#### 4. Arduino platforma

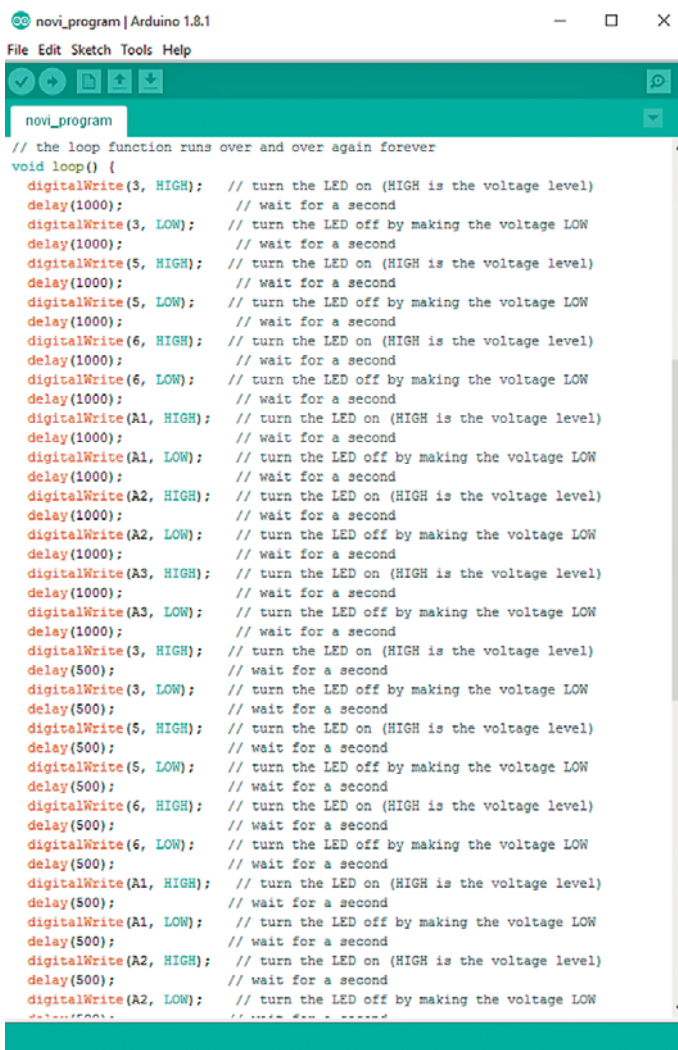
Arduino platforma je platforma za kreiranje elektroničkih prototipova, a namijenjen je elektroničarima, dizajnerima i svima ostalima koji žele stvarati interaktivne objekte [15]. Koristeći Arduino kao skup elektroničkih i programskih dijelova, mogu se na vrlo jednostavan način izraditi elektronički sklopovi. Arduino je naziv talijanske tvrtke specijalizirane za elektroniku, osnovane 2005. s namjerom da studentima interaktivnog dizajna i novih medija učini faze izrade prototipova puno jednostavnijim. Osnivači su bili Massimo Banzi i David Cuartielles. Arduino je od samih početaka razvijan kao platforma bazirana na otvorenom kodu (engl. open-source), jer kako je M. Banzi izjavio “Ne treba vam ničija dozvola da kreirate nešto sjajno.” [16].

Za programiranje mikrokontrolera koristi se Arduino IDE programsko sučelje [17]. Kako bi korisnik znao da li Arduino pločica funkcioniра, koristi se jednostavan program iz primjera u Arduino IDE programu pod nazivom *Blink*.

Eksperimentalna pločica služi za jednostavno spajanje elektroničkih sklopova, a sastoji se od rupica u koje se utaknu nožice elektroničkih komponenti kako bi se međusobno spojile.

Prije početka rada bitno je podesiti neke od parametara Arduino IDE programa. Potrebno je odabrati koja se Arduino pločica koristi, na koji je priključak računala spojena te na koji

način se želi očitati programe na mikrokontroleru. Ova je podešavanja dovoljno napraviti jednom ako se ne mijenja pločica ili korišteni priključak računala. Za odabir pločice po-



Sl.17 Izgled programskog sučelja Arduino IDE 1.8.1. s dijelom  
algoritam upravljanja



Sl.18 Prebacivanje programa na LilyPad i probni rad programa

trebno je odabrati funkciju *Tools* u programu Arduino IDE u gornjem izborniku, potom *Boards* i izvrši se odabir. Za odabir priključka računala pod naredbom *Tools* potrebno je pomoću funkcije *Serial port* odabrati serijski priključak na kojem je spojena pločica [18].

Na sl.8 prikazan je način spajanja svjetlećih dioda na eksperimentalnoj pločici koristeći Arduino platformu.

I u Hrvatskoj su se umjetnici koristili Arduino platformom, među njima je i Josipa Štefanec, sl.9 [19].

J. Štefanec je sa svojim suradnicima, na međunarodnoj izložbi *'Textile{e}tronics - Od tekstilne do elektronske niti, od materije do modnog objekta'* 2012. godine prikazala svoje kreacije [19].

## 5. LilyPad mikrokontrolerski sklop

Zbog otvorenosti platforme Arduino i zajednice koju okuplja na Internetu dolazi do relativno brzog razvoja projekta. U svrhu bolje prilagodbe nosivoj tehnologiji MIT znanstvenica **Leah Buechley** 2007. dizajnirala LilyPad Arduino, sl.10, namijenjen, između ostalog, za izradu interaktivne odjeće [20].

Za mikrokontroler se može reći da je to malo računalo smješteno na jedan integrirani sklop, unutar kojeg se nalaze procesor, radna memorija, programska memorija, ulazne i izlazne jedinice i sl. [17].

Za napajanje mikrokontrolerskog sklopa LilyPad koristi se baterija CR2032 i držač za bateriju, sl.11. Na držaču baterija nalaze se dva pozitivna i dva negativna izvoda te prekidač za uključivanje i isključivanje mikrokontrolerskog sklopa. Za povezivanje elektroničkih komponenti (LED dioda i LilyPada) koristio se elektrovođljivi konac čiji je električni otpor oko  $8.5 \Omega \text{ m}^{-1}$ , sl.12 [21].

Također su korištene LilyPad LED diode, sl.13, dimenzija 5,5 x 12,5 mm, debljine 0,8 mm.

Projekte na navedenu temu radili su i studenti u sklopu CEEPUS Winter School DESIGN WEEK u Mari-

Tab.1 Izrađeni algoritam upravljanja

```

/*
Blink
Turns on an LED on for one second, then off for one second, repeatedly.
Most Arduinos have an on-board LED you can control. On the Uno and
Leonardo, it is attached to digital pin 13. If you're unsure what
pin the on-board LED is connected to on your Arduino model, check
the documentation at http://www.arduino.cc
This example code is in the public domain.
modified 8 May 2014
by Scott Fitzgerald
*/
// the setup function runs once when you press reset or power the board
void setup() {
// initialize digital pin 13 as an output.
pinMode(3, OUTPUT);
pinMode(5, OUTPUT);
pinMode(6, OUTPUT);
pinMode(A1, OUTPUT);
pinMode(A2, OUTPUT);
pinMode(A3, OUTPUT);
}
// the loop function runs over and over again forever
void loop() {
digitalWrite(3, HIGH); // turn the LED on (HIGH is the voltage level)
delay(1000); // wait for a second
digitalWrite(3, LOW); // turn the LED off by making the voltage LOW
delay(1000); // wait for a second
digitalWrite(5, HIGH); // turn the LED on (HIGH is the voltage level)
delay(1000); // wait for a second
digitalWrite(5, LOW); // turn the LED off by making the voltage LOW
delay(1000); // wait for a second
digitalWrite(6, HIGH); // turn the LED on (HIGH is the voltage level)
delay(1000); // wait for a second
digitalWrite(6, LOW); // turn the LED off by making the voltage LOW
delay(1000); // wait for a second
digitalWrite(A1, HIGH); // turn the LED on (HIGH is the voltage level)
delay(1000); // wait for a second
digitalWrite(A1, LOW); // turn the LED off by making the voltage LOW
delay(1000); // wait for a second
digitalWrite(A2, HIGH); // turn the LED on (HIGH is the voltage level)
delay(1000); // wait for a second
digitalWrite(A2, LOW); // turn the LED off by making the voltage LOW
delay(1000); // wait for a second
digitalWrite(A3, HIGH); // turn the LED on (HIGH is the voltage level)
delay(1000); // wait for a second
digitalWrite(A3, LOW); // turn the LED off by making the voltage LOW
delay(1000); // wait for a second
digitalWrite(3, HIGH); // turn the LED on (HIGH is the voltage level)
delay(500); // wait for a second
digitalWrite(3, LOW); // turn the LED off by making the voltage LOW
delay(500); // wait for a second
digitalWrite(5, HIGH); // turn the LED on (HIGH is the voltage level)
delay(500); // wait for a second
digitalWrite(5, LOW); // turn the LED off by making the voltage LOW
delay(500); // wait for a second
digitalWrite(6, HIGH); // turn the LED on (HIGH is the voltage level)
delay(500); // wait for a second
digitalWrite(6, LOW); // turn the LED off by making the voltage LOW
delay(500); // wait for a second
digitalWrite(A1, HIGH); // turn the LED on (HIGH is the voltage level)
delay(500); // wait for a second

```

Tab.1 Nastavak

```
digitalWrite(A1, LOW); // turn the LED off by making the voltage LOW
delay(500); // wait for a second
digitalWrite(A2, HIGH); // turn the LED on (HIGH is the voltage level)
delay(500); // wait for a second
digitalWrite(A2, LOW); // turn the LED off by making the voltage LOW
delay(500); // wait for a second
digitalWrite(A3, HIGH); // turn the LED on (HIGH is the voltage level)
delay(500); // wait for a second
digitalWrite(A3, LOW); // turn the LED off by making the voltage LOW
delay(500); // wait for a second
digitalWrite(3, HIGH); // turn the LED on (HIGH is the voltage level)
delay(100); // wait for a second
digitalWrite(3, LOW); // turn the LED off by making the voltage LOW
delay(100); // wait for a second
digitalWrite(5, HIGH); // turn the LED on (HIGH is the voltage level)
delay(100); // wait for a second
digitalWrite(5, LOW); // turn the LED off by making the voltage LOW
delay(100); // wait for a second
digitalWrite(6, HIGH); // turn the LED on (HIGH is the voltage level)
delay(100); // wait for a second
digitalWrite(6, LOW); // turn the LED off by making the voltage LOW
delay(100); // wait for a second
digitalWrite(A1, HIGH); // turn the LED on (HIGH is the voltage level)
delay(100); // wait for a second
digitalWrite(A1, LOW); // turn the LED off by making the voltage LOW
delay(100); // wait for a second
digitalWrite(A2, HIGH); // turn the LED on (HIGH is the voltage level)
delay(100); // wait for a second
digitalWrite(A2, LOW); // turn the LED off by making the voltage LOW
delay(100); // wait for a second
digitalWrite(A3, HIGH); // turn the LED on (HIGH is the voltage level)
delay(100); // wait for a second
digitalWrite(A3, LOW); // turn the LED off by making the voltage LOW
delay(100); // wait for a second
digitalWrite(3, HIGH);
digitalWrite(5, HIGH);
digitalWrite(6, HIGH);
digitalWrite(A1, HIGH);
digitalWrite(A2, HIGH);
digitalWrite(A3, HIGH);
}
```

boru od 2014. do 2016. pod vodstvom prof.dr.sc. Dubravka Rogalea, sl.14 [22].

## 6. Projektiranje e-odjeće

Na temelju dizajnerske ideje projektiranja e-odjeće [23], za potrebe ovog rada, načinjena je shema ugradnje svjetlećih dioda povezanih na Ardui-

Sl.19 Odjevni predmet s ugrađenim svjetlećim diodama: a) ugrađene elektroničke komponente na majici; b) vidljive svjetleće diode ispod odjevene tunike



no platformi koristeći mikrokontrolerski sklop LilyPad, sl.15.

Svjetleće diode, mikrokontrolerski sklop i držač baterija povezani su elektrovodljivim koncem s baterijom. Nakon ugradnje svjetlećih dioda, LilyPada i držača za baterije na odjevni predmet, sl.16, izrađen je algoritam upravljanja, sl.17.

Algoritam upravljanja je načinjen tako da se šest svjetlećih dioda pale jedna po jedna, u razmaku 1 s, a zatim se pale jedna za drugom ali u razmaku od 0,5 s. Nakon toga se upale sve, a gase jedna po jedna u razmaku od 1 s.

Algoritam upravljanja prikazan je u tab.1. [23]

Na sl.18 prikazano je prebacivanje algoritma upravljanja s računala na mikrokontrolerski sklop LilyPad ugrađen u odjevni predmet.

Prema zamisli dizajnerice **Ljubice Radišić**, ugrađenim LilyPadom i svjetlećim diodama na odjevnom predmetu dobiven je izgled zvijezda, sl.19.

## 7. Zaključak

U ovom je radu pobliže opisano spajanje mode i tehnologije, njihovo zajedničko funkcioniranje, te je prikazan primjer njihovo sjedinjenja. Minijaturizacija elektroničkih komponenti, poglavito senzora, mikroracunala, mikrokontrolera i izvršnih naprava omogućila je njihovu ugradnju



u odjevne predmete. Kod e-odjeće, kao i kod svih drugih, sofisticiranih proizvoda, početna cijena je tijekom vremena padala te je postajala pristupačna sve širem krugu ljudi. Osim tehničke funkcionalnosti tijekom vremena se sve veća pozornost počela pridavati i modnoj komponenti te izraženom *Cyber looku* što je prikazano i u ovom radu.

Uz izraženi modni koncept u odijevanju valja istaknuti da integracija različitih vrsta komponenata traži stručnjake interdisciplinarnog obrazovanja. Posebno su zastupljena, uz tekstilnu tehnologiju, područja automatizacije odnosno strojarstvo, elektronika i informatika.

E-odjeća je posebno dobro prihvaćena od mladih, a razvoj e-odjeće bi mogao značiti i pozitivan pomak i atraktivnost tekstilne i odjevne industrije [24]. Naime, za razvoj takve vrste odjeće, pored dizajnera odjeće te stručnjaka iz tekstilne i odjevne industrije potrebni su i stručnjaci kao što su inženjeri elektrotehnike, elektronike, strojarstva, računalni programeri, stručnjaci za radiokomunikacije i sl.

#### Literatura:

- [1] Firšt Rogale S., D. Rogale, G. Nikolić, Z. Dragčević: *Inteligentna odjeća*, Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet, ISBN: 978-953-7105-52-5, 2014., 398 str
- [2] ....: *Fiber Optic fabric, Luminous fabric items for decor & fashion*, <http://www.lumigram.com>, pristupljeno siječanj 2017.
- [3] Das P.: *New Shoe Charger Charges Cellphone With Nanogenerator System Via Kinetic Energy*, <https://thetechjournal.com>, pristupljeno siječanj 2017.
- [4] ....: Diane von Furstenberg collaborates with Google Glass, <https://www.theguardian.com/>
- [5] Hoare K.: *Top 5 Fashion Designs Incorporating Solar Panels*, <https://www.mysolarquotes.co.nz>, pristupljeno siječanj 2017.
- [6] ....: [http://www.luxlotus.com/photos/uncategorized/2007/05/23/img\\_1605.jpg](http://www.luxlotus.com/photos/uncategorized/2007/05/23/img_1605.jpg), pristupljeno siječanj 2017.
- [7] ....: *Elegant LED Jacket by Wendy Legro Lights Up Night Cycling*, <http://www.ecouterre.com>
- [8] <http://www.notempire.com/images/uploads/vega.jpg>, pristupljeno siječanj 2017.
- [9] Flood K.: *Experience Vega Zaishi Wang's Electroluminescent Fashion Collection Alpha Lyrae*, <https://creators.vice.com/>, pristupljeno siječanj 2017.
- [10] Bond N.: *Claire Danes clear Met Gala winner with incredible light-up dress*, <http://www.news.com.au>, pristupljeno siječanj 2017.
- [11] ....: *Luminous fiber optic fabric clothing for Entertainment & Parties, Light Up Clothing, Illuminated Outfits*, <http://www.lumigram.com>, pristupljeno siječanj 2017.
- [12] ....: *Claire Danes osvijetlila je Met Galu fantastičnom haljinom*, <http://wall.hr>, pristupljeno siječanj 2017.
- [13] ....: *svjetleća dioda*, <http://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=59111>, pristupljeno siječanj 2017.
- [14] <http://d11cj6bsqc0tfn.cloudfront.net/wp-content/uploads/2017/03/2CuteCircuit.jpg>
- [15] [www.arduino.com](http://www.arduino.com), pristupljeno siječanj 2017.
- [16] Dutcher J.: *Massimo Banzi- How Arduino is Open-Sourcing Imagination*, <https://datascience.berkeley.edu>, pristupljeno siječanj 2017.
- [17] Zenzerović P.: *Arduino kroz jednostavne primjere*, HZTK, Zagreb, 2014.
- [18] M. K. (2012.): *Međunarodna izložba 'Textil{e}tronics'* <http://www.culturenet.hr/default.aspx?id=43534>, pristupljeno siječanj 2017.
- [19] Zenzerović P.: *Mikroračunala, mikropupravaljači, laboratorijska vježba – upoznavanje s Arduinoom*, Pula, 2015.
- [20] ....: <https://www.sparkfun.com>, pristupljeno siječanj 2017.
- [21] ....: <http://kunska.p.makerskola.se/lilypad/>, pristupljeno siječanj 2017.
- [22] Geršak, J. (urednik). *Novi izzivi, nove ideje, nove rešitve : Raziskovalno-inovacijski center za design in oblačilno inženirstvo = New challenges, new ideas, new solutions : Research and Innovation Centre for Design and Clothing Science*. Maribor: Fakulteta za strojništvo, Raziskovalno-inovacijski center za design in oblačilno inženirstvo, 2015. 36 str., ISBN 978-961-248-494-1
- [23] Radišić Lj.: *Projektiranje e-odjeće*, diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet, Zagreb, 2017.
- [24] Celcar D., Geršak J.: *Intelligent textiles and clothing*, *Informacije Midem-Journal of Microelectronics Electronic Components and Materials* 35 (2005) 1, 34-43



## SUMMARY

### **Design of elements of e-clothing using Arduino open-source electronics platform**

*Lj. Radišić, S. Firšt Rogale, D. Rogale*

In the 21st century life without technology is almost unimaginable, almost the same as life without clothing. Guided by the fact that the vast majority of mankind is forced to use different electronic devices in their daily lives, it was only a matter of time when they will start incorporating them into clothing to function as a whole. The fashion world is trying to bridge the gap between the world of new technologies, fashion and consumers. On an example this paper points out how to combine fashion and technology, focusing on own expression, achieved on the Arduino platform using the LilyPad microcontroller circuit.

**Key words:** e-clothing, design, clothing, Arduino, LilyPad, lighting diodes

*University of Zagreb, Faculty of Textile Technology*

*Zagreb, Croatia*

*e-mail: sfrogale@ttf.hr*

*Received January 22, 2017*

### **Design der Elemente von e-Kleidung mit ARDUINO Open-Source-Elektronik-Plattform**

Im 21. Jahrhundert ist das Leben ohne Technologie fast unvorstellbar, so gut wie das Leben ohne Kleidung. Geleitet von der Tatsache, dass die überwiegende Mehrheit der Menschheit gezwungen ist, verschiedene elektronische Geräte in ihrem täglichen Leben zu benutzen, war es nur eine Frage der Zeit, wann sie anfangen wird, sie in Kleidung zu einzubauen, damit sie als Ganzes funktioniert. Die Modewelt versucht, die Lücke zwischen der Welt von neuen Technologien, Mode und Verbrauchern zu überbrücken. An einem Beispiel zeigt dieser Artikel, wie man Mode und Technologie verbindet, wobei man sich auf den eigenen Ausdruck konzentriert und auf der Arduino-Plattform mit der LilyPad-Mikrocontroller-Schaltung erreicht.